

# Tema 1:

## I NTRODUCCIÓN

- Definición y formas de corrosión
- Importancia de la corrosión

## INTRODUCCIÓN

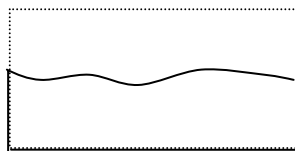
### 1. DEFINICIÓN Y FORMAS DE CORROSIÓN

- *Resultado destructivo de la reacción química entre un metal o aleación y su ambiente*
- *Desgaste superficial que sucede cuando los metales se exponen a ambientes reactivos*

Metales → Menas originales

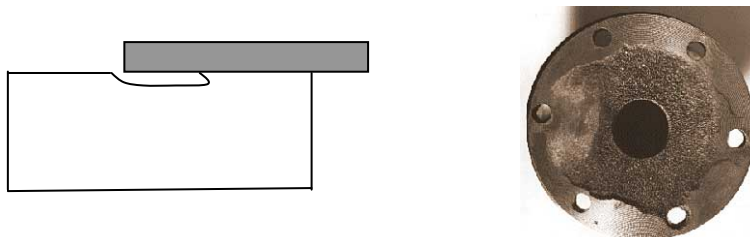
Formas de corrosión:

- Ataque uniforme: adelgazamiento progresivo y uniforme del componente metálico. El ambiente corrosivo tiene el mismo acceso a todas las partes del componente. Metal: metalúrgica y composicionalmente uniforme. Se toleran ciertas desviaciones de la uniformidad. CORROSIÓN ATMOSFÉRICA; ACERO EN MEDIO ÁCIDO. Es la más importante pero la más fácil de controlar.



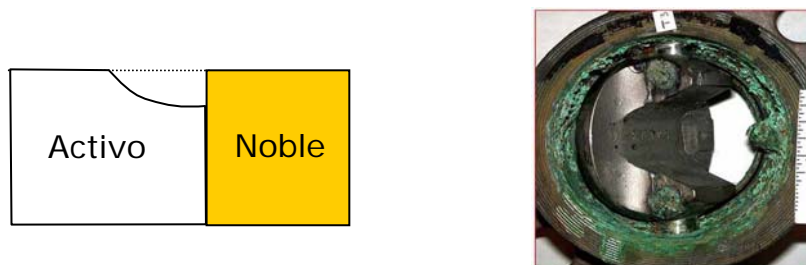
**Figura 1.1.** Representación de la corrosión uniforme. Ejemplo en el caso de una pieza de acero corroída.

- Ataque en hendiduras: (forma de ataque localizado) frecuente bajo juntas, remaches, pernos y tornillos, entre válvulas y sus asientos, bajo depósitos porosos. La grieta ha de ser lo suficientemente ancha para permitir que se introduzca líquido pero a su vez lo bastante estrecha para mantener estancado el líquido. Aberturas de unos pocos  $\mu\text{m}$ . JUNTAS FIBROSAS→IDEALES.



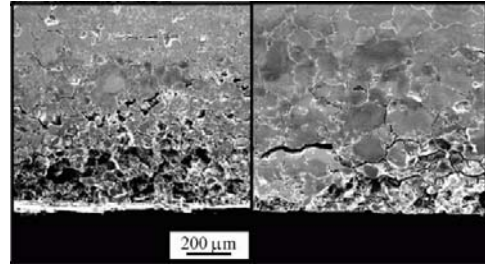
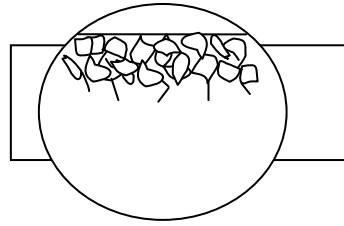
**Figura 1.2.** Representación del ataque en hendidura. Ejemplo de una pieza corroída.

- Corrosión bimetálica (ataque galvánico): (forma de ataque localizado). Yuxtaposición de dos o más metales: disolución acelerada del metal más reactivo.



**Figura 1.3.** Representación de la corrosión bimetálica. Ejemplo de una pieza corroída: de una válvula tipo mariposa compuesta por un disco de titanio y un anillo de bronce.

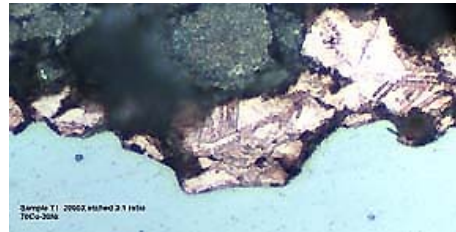
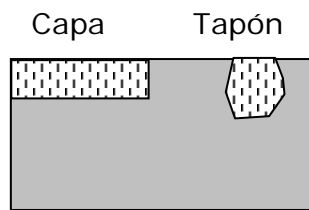
- Corrosión intergranular: ataque selectivo de los bordes de grano. En éstos puede haber una mayor concentración de impurezas y una menor concentración de agentes pasivantes. Los granos pueden llegar a caerse. En cualquier caso, los bordes de grano son ligeramente más reactivos que la matriz.



**Figura 1.4.** Representación de la corrosión intergranular. Ejemplo de una pieza corroída.

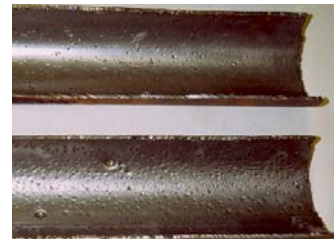
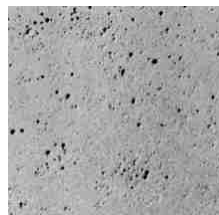
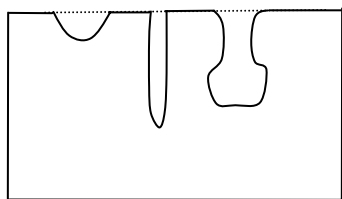
- Desaleación: corrosión preferencial del componente más activo de una aleación. Latón (Zn/Cu): el zinc se elimina preferencialmente y deja Cu poroso con propiedades mecánicas pobres.

Corrosión granítica: eliminación selectiva del hierro de la fundición dejando una red porosa de grafito. Tuberías de fundición enterradas: contaminación, escapes, fuegos.



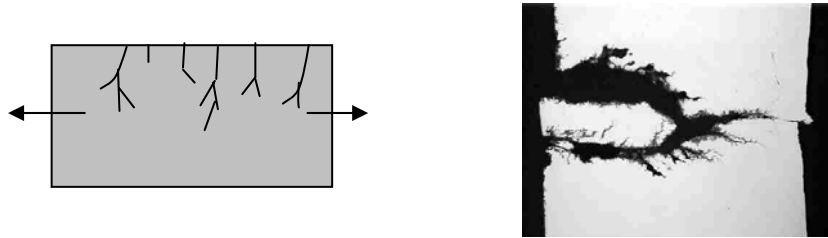
**Figura 1.5.** Representación de la corrosión por desaleación. Ejemplo de una pieza corroída.

- Ataque por picado: (ataque localizado). Produce hoyos pequeños en la superficie del metal. Es muy destructivo de las estructuras de ingeniería si se produce perforación. Puede producir fallos inesperados y además es difícil de detectar: los agujeros se rellenan con los productos de la corrosión.



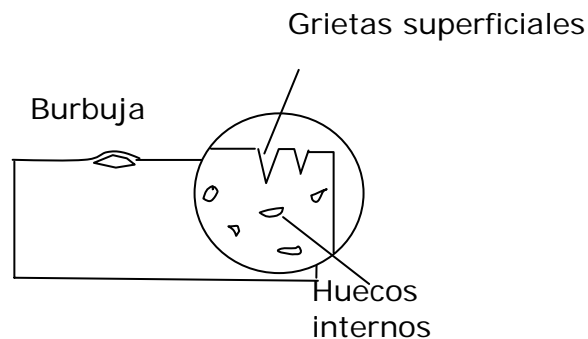
**Figura 1.6.** Representación de la corrosión por ataque por picado. Ejemplo de una pieza corroída.

- Agrietamiento por corrosión bajo tensión. Ocurre en aleaciones con tensión estática tensora → presencia de condiciones ambientales específicas. Los metales puros son bastante resistentes. Esfuerzos residuales que la originan: Esfuerzos térmicos causados por tasas desiguales de enfriamiento. Diseño mecánico defectuoso. Transformaciones de fase durante el tratamiento térmico o soldadura.



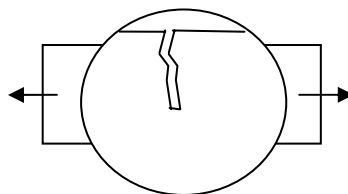
**Figura 1.7.** Representación de la corrosión bajo tensión. Ejemplo de una pieza corroída.

- Fragilización por hidrógeno:  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$   
Este proceso se da en corrosión, galvanizado o protección catódica. Se producen grietas similares a las producidas por tensión. Son susceptibles los aceros, Al y aleaciones y Ti y aleaciones.



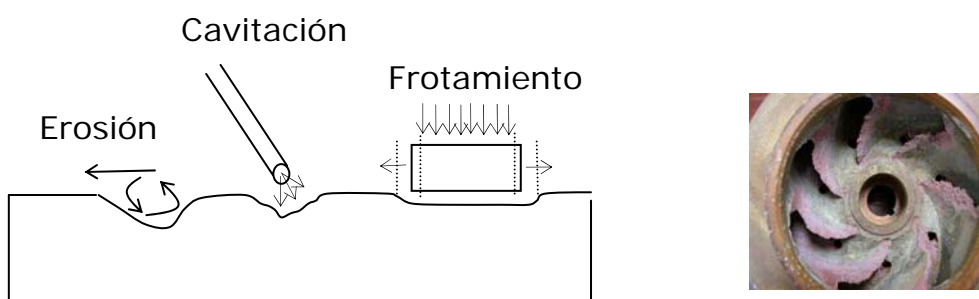
**Figura 1.8.** Representación de la corrosión por fragilización por hidrógeno.

- Corrosión-fatiga: tensiones cíclicas en ambientes corrosivos: se incrementa la susceptibilidad y aumenta la velocidad de extensión de la grieta. Se observan a veces "marcas de playa". No se requieren ambientes específicos.



**Figura 1.9.** Representación de la corrosión por fatiga.

- Corrosión por erosión y frotamiento: *Erosión*: alta velocidad de flujo de un fluido corrosivo. La corrosión se acelera por eliminación del producto pasivante. Es más importante con suspensión de arena. Cu y bronce son muy susceptibles. *Cavitación*: formación e implosión de burbujas de aire o cavidades llenas de vapor. La cavitación ocurre en la superficie del metal donde el líquido fluye a gran velocidad y existen cambios de presión (impulsores de bomba, propulsores de barco,...). Se pueden originar presiones localizadas tan altas como 400 Mpascales → separación de películas superficiales; arrancado de partículas de la superficie, desgaste, aumento de la velocidad de corrosión.



**Figura 1.10.** Representación de la corrosión por erosión y frotamiento. Ejemplo.

## 2. IMPORTANCIA DE LA CORROSIÓN

Ejemplos para el público general:

- Carrocerías de los automóviles.
- Manchas en los utensilios de cocina.

Ejemplos más significativos:

- Compañías de tratamiento y distribución de agua: tratamientos para controlar la corrosividad.
- Centrales de producción de energía eléctrica (nucleares, térmicas,...): costes en aleaciones resistentes, tratamientos de aguas y vapores.
- Industria del petróleo: pozos con ácido sulfhídrico.
- Ingeniería civil: problemas con el hormigón armado.

*Ingeniero:* responsable de minimizar los costes y los riesgos producidos por la corrosión. Diseño, puesta en operación y mantenimiento.

### **Costes económicos de la corrosión**

**A) Costes directos:** costes de remplazamiento de estructuras o maquinaria corroída o de sus componentes. También se incluyen los costes de prevención y de protección, de uso de materiales resistentes a la corrosión en lugar de acero inoxidable. Se estima que son alrededor de un 3 a un 4 % del PIB. Un 15 % de esta cantidad podría ser ahorrada con un adecuado conocimiento y aplicación de la tecnología de la corrosión.

### **B) Costes indirectos:**

B1) Tiempo de Parada de la Planta: durante la reparación; en el caso de centrales nucleares puede llegar a ser de cientos de millones de pesetas por día.

B2) Pérdida de producto: fugas en contenedores, tanques, tuberías,...

B3) Pérdidas de eficiencia: cambiadores de calor → disminución de la eficiencia de la transferencia de calor, reducción de la capacidad de bombeo. Corrosión de pistón y cilindro en los motores de los automóviles.

B4) Contaminación: de productos químicos preparados: jabones (cobre); tintas (metales); compuestos farmacéuticos; agua (antiguas tuberías de plomo).

B5) Gastos de sobrediseño: a veces se hace por desconocimiento de la información disponible. Ej: oleoductos: línea de 200 mm de diámetro y 362 km de longitud. Grosor de la pared: 8,18 mm, para no verse afectada por la corrosión proveniente del suelo. Con una adecuada

protección el grosor podría haberse reducido a 6,35 mm → ahorro de 3500 ton de acero e incremento de la capacidad en un 5%.

**CORROSIÓN: mayor calamidad económica que conoce la humanidad**; mayor que el coste conjunto de inundaciones, huracanes, tornados, incendios y terremotos.